抗がん剤関連成分を分解・変換する土壌細菌の遺伝的基盤を解明

― 薬用植物園の土壌から見えてきた、植物と微生物の共進化の可能性 ―

星薬科大学の生物制御科学研究室（細江智夫教授）および植物学研究室（須藤浩准教授）の研究グループは、抗がん剤の開発に重要な植物由来成分「カンプトテシン（CPT）」を代謝する土壌細菌を研究し、その代謝能力に関わる遺伝子領域を明らかにしました。

本研究成果は、国際学術誌 *Current Research in Microbial Sciences*（Elsevier 社発行）に 2026 年 10 月 23 日付で受理されました。同誌は、インパクトファクター（IF）5.76、Journal Citation Reports（JCR）の微生物学分野で Q1（上位 25%の区分）に位置づけられる国際学術誌です。本研究が、微生物学や微生物生態学の分野において国際的に評価される水準の学術誌に掲載されることは、本学の研究活動にとって意義ある成果です。

研究の背景：植物がつくる化学物質と土壌微生物の関係

植物は、生存や外敵からの防御のために、さまざまな化学物質（二次代謝産物）を生産しています。その中には医薬品の原料となる有用な成分も数多く存在します。

カンプトテシンは、イリノテカンなどの抗がん剤の開発につながった重要な天然物です。一方、こうした生理活性の強い植物成分が、土壌中の微生物にどのような影響を及ぼし、微生物がどのように適応しているのかについては、十分に解明されていませんでした。

本研究グループは、**植物がつくる化学物質が、周囲に生息する微生物の代謝機能や進化に影響を与えているのではないか**という視点から研究を進めてきました。

研究成果：植物成分の代謝に関わる遺伝子群を発見

本研究では、星薬科大学薬用植物園で栽培されている薬用植物の根の周辺土壌（根圏）から、カンプトテシンを変換する *Sphingobium* 属細菌を分離しました。

これらの細菌について、化学分析、全ゲノム解析、比較ゲノム解析および遺伝子発現解析を組み合わせて検討した結果、主に以下の知見が得られました。

1. **カンプトテシンを代謝する細菌の発見**
   薬用植物の根圏から分離した細菌が、カンプトテシンを変換し、その化学構造を変化させることを確認しました。また、カンプトテシンを唯一の添加炭素源とする条件で細菌が増殖することも明らかになりました。
2. **代謝機能に関係する遺伝子領域の特定**
   カンプトテシンを変換できる細菌と、その能力を失った変異株のゲノムを比較することで、約 9.8 万塩基対からなる「GAP2」と呼ばれる遺伝子領域が、カンプトテシンの代謝に関係していることを見いだしました。この領域には、複雑な化学構造の酸化や環構造の開裂に関わると考えられる複数の酵素遺伝子が存在していました。
3. **異なる地域の細菌にも共通する遺伝子群を確認**
   星薬科大学薬用植物園由来の細菌に加え、沖縄県西表島の植物周辺土壌から分離した近縁細菌についても解析した結果、同様の代謝に関わると考えられる遺伝子群が保存されていることが明らかになりました。

これらの結果は、**植物由来の複雑な化学物質を代謝する能力が、細菌のプラスミドと呼ばれる染色体とは別の遺伝因子に存在する遺伝子群と関係している**ことを示しています。

研究の意義：植物と微生物の相互作用から生物進化を考える

本研究の重要性は、単に新しい代謝能力をもつ細菌を発見したことだけではありません。

植物が生産する化学物質は、周囲の微生物にとって生育を妨げる要因となる一方、それらを利用できる微生物にとっては新たな生存資源となる可能性があります。

微生物は、長い進化の過程で、こうした植物由来の化学物質に適応するための代謝機能を獲得してきたと考えられます。

今回見いだされたプラスミド上の遺伝子群は、**植物がつくる化学物質が微生物に選択圧として作用し、その代謝能力の獲得や進化に関与してきた可能性**を考えるうえで重要な手がかりとなります。

今後、これらの遺伝子や酵素の機能を詳しく解明することで、植物と微生物の相互作用に基づく進化の理解が進むとともに、天然物の構造変換や新たな有用物質の創製など、バイオものづくりへの応用も期待されます。

星薬科大学薬用植物園の学術的価値

本研究は、星薬科大学薬用植物園が有する研究資源としての価値を改めて示す成果でもあります。

薬用植物園は、薬用植物を栽培・保存し、薬学教育に活用するための施設であると同時に、**植物、土壌、微生物が長い時間をかけて形成してきた複雑な生命システムを研究できる貴重な学術基盤**でもあります。

特に、植物の根の周辺には、その植物が生産する化学物質の影響を受けながら、多様な微生物が生息しています。長期間にわたって植物が栽培されてきた土壌には、植物と微生物の相互作用によって形成された、固有の微生物群集や代謝機能が存在している可能性があります。

今回、薬用植物園の土壌から医薬品関連成分を代謝する細菌が発見されたことは、**薬用植物園の価値が、目に見える植物だけでなく、土壌中に存在する目に見えない微生物資源にも及んでいる**ことを具体的に示しています。

こうした微生物群集や植物との相互作用は、植物を別の場所に移植するだけで、容易に再現できるものではありません。

薬用植物園は、植物の多様性を保存する場であるとともに、植物と微生物の相互作用、生物の環境適応、代謝機能の進化を研究する場として、今後ますます重要な役割を果たすことが期待されます。

本学では、薬用植物園を活用した研究を通じて、天然物化学、微生物学、ゲノム科学、進化生物学、さらには合成生物学を融合した新たな研究の展開を目指していきます。

研究代表者コメント

細江智夫 教授（生物制御科学研究室）

「薬用植物園というと、薬用植物そのものに目が向けられがちですが、その土壌には、植物がつくる化学物質に適応してきた多様な微生物が存在しています。

今回の研究は、植物が生産する医薬品関連成分を微生物がどのように代謝するのか、その遺伝的な仕組みの一端を明らかにしたものです。

特に興味深いのは、異なる地域に生息する近縁細菌にも共通する代謝関連遺伝子群が見つかったことです。この結果は、植物と微生物の相互作用が、微生物の代謝機能の進化にどのように関わってきたのかを考える重要な手がかりになると考えています。

薬用植物園の価値は、そこに育つ植物だけでなく、長い年月をかけて形成された土壌環境や微生物群集にもあります。これらは植物と切り離して考えることのできない、かけがえのない研究資源です。

今後も薬用植物園を、生薬・天然物化学の研究に加え、生物進化や生命システムの理解、さらには新たなバイオものづくりにつながる研究の拠点として活用していきたいと考えています。」

論文情報

論文タイトル：
Camptothecin transformation in plant-associated Sphingobium lineages is linked to a plasmid accessory region

掲載誌：
Current Research in Microbial Sciences（Elsevier）

著者：
Hisashi Takeda, Nagomi Takahashi, Kyle Shuta Ikeda Kakiura, Hitomi Suzuki, Tatsuki Kijinami, Masako Horiuchi, Daigo Wakana, Hiroshi Sudoh, Tomoo Hosoe

受理日: 2026 年 10 月 23 日

DOI: https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2026.100677

雑誌評価: Impact Factor 5.76、JCR Q1（微生物学分野）

研究機関: 星薬科大学 生物制御科学研究室・植物学研究室